

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»**

**ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель директора филиала – руководитель  
образовательных программ**

**А. С. Воронцов**



\_\_\_\_\_  
20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины:

**Основы генной инженерии**

Уровень высшего образования:

**Специалитет**

Специальность:

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология**

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

**Биотехнология**

Форма обучения:

**Очная**

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение – 2024.

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, раздел учебного плана: Вариативная часть, блок: «Дисциплины специализации», реализуется в 7 семестре.

Дисциплина введена в учебный план с целью получения базовых теоретических знаний в области геной инженерии.

Разработанная программа дисциплины «Основы геной инженерии» предназначена для подготовки специалистов-биологов. Эта дисциплина формирует у будущего специалиста-биолога компетенцию в области применения фундаментальных знаний в научно-исследовательской деятельности в сфере геной инженерии.

### 2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

**ЗНАТЬ:** основы клеточной биологии, молекулярной биологии, генетики, биохимии

**ВЛАДЕТЬ:** современными информационно-коммуникационными технологиями.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
<b>СПК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ информации в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности	<b>СПК-1.1.</b> Анализирует стратегии развития генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, с учётом возможностей и современных требований	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологическую основу генетической инженерии;</li> <li>• методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования;</li> <li>• основы метода анализа экспрессии генов;</li> </ul> <b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать стратегии</li> </ul>

		<p>конструирования экспрессирующих векторов для трансформации прокариотических и эукариотических клеток;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить филогенетический анализ последовательностей;</li> <li>• анализировать данные секвенирования;</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интеграции полученных знаний в проектную задачу;</li> <li>• работы с биологическими базами данных</li> </ul>
--	--	---

#### 4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 3 з.е. (108 ак.ч), из них 56 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях лекционного типа (лекции - 56 ак.ч). Самостоятельная работа обучающихся – 52 ак.ч. Форма промежуточной аттестации – экзамен (7 семестр).

#### 5. Формат обучения

Очный с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

#### 6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (ак.часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы,	Самостоятельная работа обучающегося, ак.часы
Форма промежуточной аттестации по дисциплине			

		ак.часы		
		Занятия лекционного типа (лекции)	всего	
Тема 1. Предмет и основные направления генетической инженерии.	18	8	8	10
Тема 2. Рекомбинантная ДНК. Технология получения рекомбинантных ДНК. Ферменты генетической инженерии.	30	20	20	10
Тема 3. Клонирование ДНК.	22	12	12	10
Тема 4. Экспрессия генов.	18	8	8	10
Тема 5. Белковая инженерия.	18	8	8	10
Промежуточная аттестация – экзамен	2			2
Итого:	108	56		52

### 6.1. Содержание дисциплины по разделам (темам)

#### **Тема 1. Предмет и основные направления генетической инженерии.**

Предмет генетической инженерии. Предпосылки и этапы развития генетической инженерии. Основные направления генетической инженерии. Генетическая инженерия микроорганизмов. Основные достижения генетической инженерии микроорганизмов (фармацевтика, вакцины, суперпродуценты и биодегранты, продуценты низкомолекулярных соединений, ферменты для молекулярной биологии и генной инженерии). Генетическая инженерия животных. Генотерапия человека. Генетическая инженерия растений. Основные направлений получения трансгенных растений, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам, с измененным качественным и количественным составом питательных веществ.

**Тема 2. Рекомбинантная ДНК. Технология получения рекомбинантных ДНК. Ферменты генетической инженерии.** Использование ДНК-зависимых ДНК-полимераз в генетической инженерии. Свойства ДНК-полимераз. Полимеразная цепная реакция (PCR). Различные типы полимеразной цепной реакции и особенности их использования. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (ревертазы). Нуклеазы. Типы нуклеаз. Применение экзо- и эндонуклеаз в генетической инженерии. Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Механизмы реакции рестрикции. Классификация систем рестрикции и модификации. Типы концов ДНК, образующихся под действием рестриктаз. ДНК-лигазы и РНК-лигазы.

**Тема 3. Клонирование ДНК.** Этапы клонирования ДНК. Понятие вектора. Типы векторов. Вектора для клонирования. Емкость вектора. Плазмидные векторы. Особенности бактериальных плазмид, используемых при конструировании векторных молекул. Векторы для клонирования продуктов ПЦР. Векторы на основе бактериофага. Способы упаковки рекомбинантной ДНК в фаговые частицы. Векторы для экспрессии. Основные компоненты векторов для экспрессии. Типы используемых промоторов. Особенности промоторов. Конструирование экспрессирующих векторов и их функционирование. Методы очистки рекомбинантных белков. Векторы для трансформации прокариотических и эукариотических клеток. Векторы для трансформации клеток растений и животных. Биологические, химические, физические и механические методы введения рекомбинантных ДНК в клетки. Компетентность бактериальных клеток. Трансформация и трансфекция бактериальных клеток. Способы введения ДНК в культивируемые клетки животных и растений. Геномные библиотеки (клонотеки).

**Тема 4. Экспрессия генов.** Виды РНК прокариот и эукариот. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Изменение уровней экспрессии генов. Транскриптом и методы его изучения. Системы экспрессии рекомбинантных генов. Бесклеточные белоксинтезирующие системы. Бактериальные системы для экспрессии. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток млекопитающих.

**Тема 5. Белковая инженерия.** Два основных направления исследований в белковой инженерии: рациональный дизайн белковых молекул и их направленная эволюция. Основные этапы проектирования новых белков и ферментов.

## 7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
<p><b>СПК-1.</b> Способен осуществлять критический анализ информации в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологическую основу генетической инженерии;</li> <li>• методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования;</li> <li>• основы метода анализа экспрессии генов;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разрабатывать стратегии конструирования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (устные опросы, доклады, вопросы к экзамену)</li> </ul>

	<p>экспрессирующих векторов для трансформации прокариотических и эукариотических клеток;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить филогенетический анализ последовательностей;</li> <li>• анализировать данные секвенирования;</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интеграции полученных знаний в проектную задачу;</li> <li>• работы с биологическими базами данных</li> </ul>	
--	---	--

## 7.2. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### *Примеры вопросов для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (экзамен)*

1. Основные направления генетической инженерии микроорганизмов.
2. Основные достижения генетической инженерии микроорганизмов в области фармацевтики.
3. Микроорганизмы - продуценты низкомолекулярных соединений.
4. Достижения генетической инженерии животных.
5. Получение трансгенных растений, устойчивых к биотическим факторам.
6. Перспективы генотерапии человека.
7. ДНК-полимеразы, свойства и использование в генетической инженерии.
8. Полимеразная цепная реакция, типы и особенности использования.
9. Ферменты-рестриктазы нуклеиновых кислот.
10. Ферменты-лигазы нуклеиновых кислот.
11. Понятие вектора для клонирования.
12. Бактериальные плазмиды, строение, использование.
13. Векторы для трансформации прокариотических клеток.
14. Векторы для трансформации клеток растений и животных.
15. Способы введения ДНК в культивируемые клетки животных.
16. Трансфекция бактериальных клеток.
17. Экспрессия генов.
18. Бактериальные системы для экспрессии.
19. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы.
20. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток млекопитающих.

### *Примерные темы докладов*

1. Различные типы полимеразной цепной реакции и особенности их использования.

2. Векторы на основе бактериофага. Трансформация, трансдукция, конъюгация, рекомбинация и генетический анализ у фагов.
3. Использование вирусов и плазмид в генетической инженерии.
4. Рациональный дизайн белковых молекул.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится по билетам в письменной форме. В билет включено три теоретических вопроса. Экзамен оценивается по 5-балльной системе: 5 баллов (полный ответ на все 3 вопроса); 4 балла (ответ на 2 вопроса); 3 балла (полный ответ на один вопрос и частично на другие вопросы).

#### **Шкала и критерии оценки на промежуточной аттестации**

Уровень освоения	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота изложения теоретического материала. 2. Правильность и/или аргументированность изложения. 3. Самостоятельность ответа.	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на 3 теоретических вопроса, где он демонстрирует знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса. (Повышенный уровень.)
Хорошо	4. Культура речи.	Студентом дан полный ответ на 2 поставленных вопроса, где продемонстрировано в целом хорошее знание предмета. (Базовый уровень.)
Удовлетворительно		Студентом дан полный ответ на 1 поставленный вопрос, где он продемонстрировал в целом хорошее знание предмета, и частичный на остальные вопросы. (Пороговый уровень.)
Неудовлетворительно		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением письменной речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. (Уровень не сформирован.)

#### **Шкала оценивания сформированности компетенций**

Уровень сформированности компетенции	Оценка в 5-ти балльной шкале
Недостаточный (не сформирован)	неудовлетворительно
Пороговый	удовлетворительно
Базовый	хорошо
Повышенный	отлично

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине (модулю)</b>				
(*оценка сформированности компетенций дается в соответствии со шкалой выше)				
Оценка Рез-т обучения	<b>2 (не зачтено)</b>	<b>3 (зачтено)</b>	<b>4 (зачтено)</b>	<b>5 (зачтено)</b>
Знания (приведены в п.3.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (приведены в п.3.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки /владения/опыт деятельности (приведены в п.3.)	Отсутствие навыков (владений, опыта деятельности)	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

## **8. Ресурсное обеспечение**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

Основная литература

1. Альбертс Брюс, Брей Деннис, Хопкин Карен, Джонсон Александр, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уолтер Питер. Основы молекулярной биологии клетки. М., Лаборатория знаний, 2018.
2. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину (перевод 10-го англ. издания). М., Лаборатория знаний, 2017.
3. Максимов Г. В., В. Н. Василенко, А. И. Клименко и др Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и генной инженерии, изд. Ай Пи Эр Медиа, 2018.

Дополнительная литература

1. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — Москва: Мир, 2002. — 589 с.
2. Патрушев Л.И. Экспрессия генов. М. Наука, 2000
3. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1. Генная и белковая инженерия. М. Наука. 2004.
4. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2004.

### **8.2. Перечень лицензионного и(или) свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Яндекс Браузер
2. Libre Office
3. Adobe Acrobat Reader
4. Windows,
5. Google Chrome
6. MS Office

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

### **8.4. Описание материально-технической базы**

Для освоения дисциплины требуется свободный доступ к сети Интернет, а также:

- Аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
  - А. Помещения: аудитории для проведения лекционных/семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная аудитория филиала МГУ в г. Грозном;
  - Б. Оборудование: наборы ученической мебели, рабочее место преподавателя, компьютер, проектор, экран, доска.

### **9. Язык преподавания**

Русский.

### **10. Преподаватели**

Шайтан Алексей Константинович

доктор физико-математических наук (15 апреля 2021 года, присвоено решением Диссовета МГУ.03.02 при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова)

член-корреспондент РАН (Москва, 02 июня 2022 года, общее собрание РАН).

### **11. Разработчики программы**

Попов Владимир Олегович, заведующий кафедрой синтетической биологии биологического факультета МГУ

Шайтан Алексей Константинович, доцент кафедры биоинженерии биологического факультета МГУ

Страховская Марина Глебовна, доцент кафедры синтетической биологии биологического факультета МГУ.